



Tielaitos

Emulsiopäällysteiden suunnittelu ja rakentaminen

**Tielaitoksen
selvityksiä**

82/1993

Helsinki 1993

**Kehittämiskeskus
Geokeskus
Oulun kehitysyksikkö**

Tielaitoksen selvityksiä
82/1993

Emulsiopäällysteiden suunnittelu ja rakentaminen

Tielaitos
Kehittämiskeskus
Geokeskus, Oulun kehitysyksikkö

Helsinki 1993

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-8762-5
TIEL 3200206
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos

Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Geokeskus
Oulun kehitysyksikkö
Kansankatu 47
PL 261
90101 OULU
Puh. (981) 310 9383

Aiheluokka: 33, 42, 51

Asiasanat: bitumiemulsio, pehmeät päällysteet, emulsiosora, pehmeä asfalttibetoni

TIIVISTELMÄ

Emulsiopäällysteet ovat sideainepohjaltaan liuotinvapaita vähäliikenteisille teille tarkoitettuja päällysteitä. Liuotinpohjainen öljysora voidaan korvata emulsiosoralla (ES), jonka sideaineena on bitumiemulsio BE-ES 1000...3000. Emulsiosora sopii teille, joiden KVL < 1000...1500 ajoneuvoa/vrk. Hieman vilkkaammin liikennöidyille teille, KVL < 2000...2500 ajoneuvoa/vrk, on kehitetty kevytasfalttibetonin kaltainen pehmeä emulsioasfalttibetoni (PAB), jonka sideaineena on bitumiemulsio BE-PAB 4000...16000.

Emulsiomassan valmistus tapahtuu öljysoran valmistuksen tapaan käytössä yleisesti olevilla öljysora-asemilla. Asema voi olla annostoiminen tai jatkuvasekoitteinen ja siihen voidaan tarvittaessa liittää kiviaineksen lämmitysjärjestelmä. Tarvittava sideaine voidaan hankkia valmiina jalostamolta tai valmistaa asemalla, jolloin vältetään bitumiin emulgointivaiheessa tarvittavan veden kuljetukselta.

Tarvittava sideaine emulgoidaan veteen käyttötarkoitukseen sopivasta bitumipohjasta emulgointiyksikössä. Emulsion sisältämä bitumimäärä on noin 60 - 70 painoprosenttia. Emulgoinnin yhteydessä lisätään tarvittava emulgaattori ja suolahappo, joilla vaikutetaan emulsion käyttäytymiseen massaa valmistettaessa. Kiviaineksen ja emulsion välisen tartunnan varmistamiseksi bitumipohjaan voidaan lisätä rasvahappoamiineja lisätartukkeeksi. Tartukkeen ja emulgaattorin lopullinen hienosäätö tapahtuu työmaalla vallitsevien olosuhteiden mukaisesti.

Kiviainekselta edellytetään normaalit laatuvaatimukset. Myös asfaltti- ja öljysorarouhetta voidaan käyttää uusiopäällysteitä koskevien ohjeiden mukaisesti.

Emulsiomassat suhteitetaan siten, että emulsiosoran kiviaineksen tyhjätilan täyttöaste on noin 40 % ja pehmeän emulsioasfalttibetonin noin 45 %.

Emulsiopäällysteiden rakentaminen ei olennaisesti poikkea normaalien päällysteiden rakentamisesta. Kuljetuksen, levityksen ja tiivistyksen tulee tapahtua nopeasti ja tehokkaasti koska emulsion murtumisprosessi on käynnissä.

Emulsiosoraa voidaan öljysoran tapaan myös varastoida. Paikkaustarpeisiin varastoitavat emulsiosorat valmistetaan käyttäen bitumiemulsiota BE-ES 1000...1500.

ALKUSANAT

Öljysorapäälysteisiä, suhteellisen vähäliikenteisiä teitä on Suomen tieverkossa on noin 22 330 km, eli noin 47 % päälystetyn tiestön pituudesta. Öljysoran sideaineena käytetty bitumiöljy BÖ 2 sisältää mm. noin 10 % haihtuvia hiilivetyjä, jotka pääosin päälysteen valmistuksessa ja sen jälkeen hiljalleen haihtuvat ilmaan. Suomi on kansainvälisin sopimuksin sitoutunut vähentämään ilmakehään haihtuvia hiilivetypäästöjä 30 % vuoteen 1999 mennessä, minkä vuoksi tielaitoksen, Neste Oy:n, Kalottikone Oy:n sekä TKK:n tielaboratorion toimesta ryhdyttiin v. 1992 kehittämään öljysoran kaltaista päälystettä, jonka sideaineena on hiilivedystä vapaa bitumi-emulsio.

Kokeiluissa on ratkaistu sideaineelle, massan valmistukselle ja levityskalustolle asetetut keskeiset vaatimukset ja laajan, vuosina 1992 - 93 toteutetun koetieohjelman avulla testattu päälysteiden toimivuus eri puolilla Suomea. Koepäälysteitä rakennettiin yhteensä noin 170 km ja niihin käytettyjen päälystemassojen määrä on noin 130 000 tonnia. Päälystetöiden urakoitsijana ja laitekehittelystä vastaavina kokeiluissa ovat olleet mukana vuonna 1992 Kalottikone Oy ja vuonna 1993 Kalottikone Oy ja Lemminkäinen Oy.

Vuoden 1992 kokeiluista on raportoitu tielaitoksen selvityksiä sarjassa nro:lla 64/1992 Bitumiemulsiokoetiet 1992. Suotuisten kokemusten myötä kokeiluita on jatkettu vuonna 1993 ja kokeiluiden eräänä tavoitteena on ollut emulsiopäälysteiden suunnittelukäytännön ja työtekniesten kysymysten selvittäminen siinä laajuudessa, että tulosten pohjalta on laadittavissa päälysteiden suunnitteluun ja urakointimenettelyyn tarvittava ohjeistus.

Ohjeistustyöstä ovat vastanneet molempina kesinä kokeilussa mukana olleet päälystesuunnittelijat ja -urakoitsijat. Työtä on johtanut dipl.ins. Heikki Suni geokeskuksen Oulun kehitysyksiköstä ja laatimistyössä ovat mukana olleet rkm. Harri Ahola Kalottikone Oy:stä, dipl.ins. Laura Apilo TKK:sta, rkm. Ulla Juujärvi Lapin tiepiiristä sekä ins. Matti Nevalainen Lemminkäinen Oy:stä. Julkaisun asiasisällön tarkistamiseen ovat osallistuneet lisäksi dipl.ins. Jorma Heikkilä geokeskuksesta, dipl.ins. Kari Hurtig Neste Oy:stä, ins. Harry Karlsson Turun tiepiiristä, ins. Esko Laitinen Oulun tiepiiristä, ins. Kalevi Luiro Lapin tiepiiristä ja ins. Kalevi Toikkainen kehittämiskeskuksesta.

Oulussa joulukuussa 1993

Geokeskus
Oulun kehitysyksikkö

Sisältö

1	JOHDANTO	9
2	RAAKA-AINEET	11
2.1	Sideaine	11
2.2	Tartuke	12
2.3	Kiviaines	12
2.3.1	Varsinainen kiviaines	12
2.3.1	Asfaltti- ja öljysorarauhe	12
3	SUHTEITUS	13
3.1	Emulsiosora	13
3.2	Pehmeä emulsioasfalttibetoni	13
3.3	Uusioemulsiopäällysteet	13
4	ALUSTALLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	14
5	MASSAN VALMISTUS	14
6	MASSAN KULJETUS JA LEVITYS	15
7	NÄYTETUTKIMUKSET JA LAATUVAATIMUKSET	15
8	TIIVISTYS	16
9	JÄLKIHOITO	16
10	VARASTOINTI	16
11	ARVONMUUTOSPERUSTEET	16
12	LIITTEET	17

1 JOHDANTO

Kehitystyön taustat

Vähäliikenteiset tiet, joiden KVL on alle 1000 ajoneuvoa vuorokaudessa päällystetään Suomessa yleensä öljysoralla. Öljysoran haittana on kuitenkin sen sisältämien liuottimien aiheuttama kuormitus ympäristölle. Kun Suomi sitoutui vähentämään ilmakehään haihtuvia hiilivety päästöjä 30 % vuoteen 1999 mennessä, ryhdyttiin tielaitoksen, Neste Oy:n ja TKK:n toimesta kehittämään öljysoran kaltaista päällystetyyppiä, joka ei sisällä ympäristölle haitallisia päästöjä. Koeteiden urakoitsijana ja laitekehittelystä vastaavina kehitysprojektissa ovat olleet mukana v. 1992 Kalottikone Oy sekä v. 1993 Kalottikone Oy ja Lemminkäinen Oy.

Vuosina 1992 - 93 tehdyissä bitumiemulsiotutkimuksissa ja päällystekokeiluissa on kehitetty kaksi ominaisuuksiltaan erilaista emulsiopäällystettä, joista toinen vastaa ominaisuuksiltaan vähäliikenteisillä teillä käytettävää öljysoraa ja toinen hieman vilkkaammilla teillä käytettävää pehmeää asfalttibetonia (PAB).

Kehitystyössä on ratkaistu sideaineelle, massan valmistukselle ja levityskalustolle asetetut keskeiset vaatimukset ja voitu laajan koetieohjelman avulla testata päällysteiden toimivuus. Kokeiluissa on ollut mukana myös öljysora- ja asfalttirouheen käyttö uusiomassoissa.

Menetelmäkuvaus

Emulsiopäällysteet valmistetaan emulsiopäällysteasemalla. Siihen kuuluu peruskoneisto sekä sideaineen valmistukseen tarvittava emulgointiyksikkö. Kiviaineksen lämmitykseen voidaan käyttää erillistä lämmönkehittintä. Sideaine voidaan toimittaa emulsiopäällysteasemalle myös valmiiksi emulgoituna.

1. Asemalla valmistettu emulsio

Emulsio valmistetaan koneasemapaikalla emulgoimalla bitumi tarkoitukseen sopivalla emulgointiyksiköllä. Emulsion valmistaminen koneasemapaikan yhteydessä säästää kuljetuskustannuksia, koska bitumiin lisättävä vesi voidaan hankkia aseman läheisyydestä. Bitumi emulgoidaan ja käytetään heti tai välivarastoidaan tilapäisesti koneasemalla. Siihen lisätään pinta-aktiivinen lisäaine emulgaattoriksi. Suolahapon avulla emulsion happamuus saadaan säädetyksi halutulle tasolle. Emulsion koostumus säädetään mahdollisimman hyvin vastaamaan käytettävän kiviaineksen vaatimuksia.

2. Valmiin emulsion käyttö

Käytettäessä valmista emulsiota sekoitetaan emulsio lämmittämättömään tai lämmitettyyn kosteaan kiviainekseen normaalin öljysoran valmistuksen tapaan. Erona öljysoran valmistukseen on emulgoidun sideaineen suurempi määrä, koska emulsio sisältää vettä yli 30 % ja jäävän sideaineen määrän

tulee kuitenkin pysyä suhteituksessa vaaditulla tasolla. Kiviaineksen on oltava sopivan kostea ennen sekoitusta.

3. Massan valmistus

Massa valmistetaan emulsiopäällysteasemalla öljysora-aseman tapaan. Sekoitusasemaksi sopii öljysora-asema, esim. MX-30 B, MX-45 E, VEM-300 tai vastaava. Asema voi olla annostoiminen tai jatkuvasekoitteinen. Siihen voidaan tarvittaessa liittää myös kiviaineksen lämmitysjärjestelmä.

Kiviaines voi olla yhtä lajitetta tai jaettuna useampaan lajitteeseen. Myös öljysora- ja asfalttirouhetta voidaan käyttää. Sekoitusprosessin on oltava sellainen, että massasta tulee tasalaatuista.

Liitteissä 1 ja 2 on esitetty kokeissa käytettyjen sekoitusasemien toimintaperiaate.

Käyttöalue

Ominaisuuksiltaan öljysoraa vastaa emulsiopäällyste (ES), jonka sideainee-
na on bitumiemulsio (BE-ES 1000...3000), sopii öljysoran tapaan vähäliken-
teisille teille, joiden KVL < 1000...1500 ajoneuvoa/vrk. Alustan kantavuuden tulee olla > 100 kN/m². Tien haitallisen suuret routanousuerot kannattaa tasoittaa esimerkiksi teräsverkkoja käyttämällä.

Bitumipohjaltaan jäykemmät kevytasfalttibetonin kaltaiset pehmeät emulsioasfalttibetonit (PAB), joiden sideaine (BE-PAB 4000...16000 mm²/s) emulgoidaan pehmeästä bitumista, sopivat hieman vilkkaammin liikennöidyille teille, joiden KVL < 2000...2500 ajoneuvoa/vrk. Alustan kantavuuden tulee olla > 150 kN/m² eikä epätasaista routanousua saa olla havaittavissa.

Emulsiopäällysteitä valmistetaan sekä uusiomassoina että puhtaista kiviaineksista. Rouhittua vanhaa ÖS- ja AB-päällystettä voidaan käyttää sekä emulsiosoran että pehmeän asfalttibetonin kiviaineksen joukossa.

Julkaisun tarkoitus

Julkaisu on laadittu päällystystöiden työselityksiä ja laatuvaatimuksia laajempaan ja yksityiskohtaisempaan, jotta emulsiopäällysteiden valmistukseen ja käyttöön liittyvät yksityiskohdat tulisivat päällystystöiden suunnittelijoille ja suorittajille myös perusteiltaan tunnetuiksi.

Menetelmän kehittelyyn liittyvistä kokeiluista ja tuloksista on raportoitu erikseen mm: TIEL:n selvityksiä 64/1992 Bitumiemulsiokoetiet 1992 (Laura Apilo), Lapin tiepiiri Emulsiopäällysteet, Koetieohjelma 1992 (Raimo Rämme, Ulla Juujärvi, Harri Ahola). Vuoden 1993 koekohteista raportoidaan vuoden 1994 alkupuolella.

2 RAAKA-AINEET

2.1 Sideaine

Sideaineena emulsiopäällysteissä käytetään pehmeää bitumia, joka on valmistettu emulsiomuotoon. Bitumin kovuus määräytyy massan käyttötarkoituksen mukaan.

Pyrittäessä ominaisuuksiltaan öljysoraa vastaaviin päällysteisiin sopiva sideainepohjan kovuus on 1000...3000 mm²/s viskositeettina (60 °C) ilmaistuna. Pienintä viskositeettia käytetään haluttaessa valmistaa massaa varastoon tai päällysteeksi vähäliikenteisille teille, joiden päällysteeltä vaaditaan muodonmuutoskykyä. Viskositeetin kasvaessa massan jäykkyys kasvaa, jolloin varastointi- ja karhittavuusominaisuudet heikkenevät.

Pehmeän asfalttibetonin kaltaisten emulsiopäällysteiden sideaine on jäykempää. Sen viskositeetin (60 °C) tulee olla tasolla 4000...16000 mm²/s. Kokemus on osoittanut, että sideaineen viskositeetin ylittäessä 5000 mm²/s massan levittäminen ilman kiviaineksen lämmittämistä vaikeutuu. Toisaalta viskositeetin olennainen alentaminen muuttaa massan ominaisuuksia öljysoran suuntaan.

Taulukko 1: Bitumipohjien laatusuosituksat.

		M-1500	M-3000	M-6000	M-15000
Viskositeetti (60 °C)	mm ² /s	1000...2000	2000...4000	4000...12000	12000...16000
Liukoisuus	paino-%	min. 99,0	min. 99,0	min. 99,0	min. 99,0
Leimahduspiste	°C	min. 180	min. 180	min. 180	min. 200
Toimituslämpötila	°C	95...150	105...150	130...170	135...170

Bitumipohja emulgoidaan veteen erityisessä emulsioryksikössä, joka voi olla kiinteä tai liikuteltavissa massa-aseman mukana. Emulsion sisältämä bitumimäärä on 60 - 70 painoprosenttia. Emulgoinnin yhteydessä lisätään tarvittava emulgaattori ja suolahappo, joilla voidaan vaikuttaa emulsion lopulliseen käyttäytymiseen massaa valmistettaessa.

Taulukko 2: Emulsioiden laatusuosituksat.

		PE-ES *)	PE-PAB **)	PE-PAB 2 ***)
Viskositeetti, 25 °C	mm ² /s	35...170	35...170	35...170
Tislausjäännös	paino-%	min. 60	min. 60	min. 60
Tislausjäännöksen viskositeetti	mm ² /s	1000...4000	4000...8000	12000...16000
Seulontajäännös, 0,5 mm:n seula	paino-%	maks. 0,2	maks. 0,2	maks. 0,2
Murtuvuus	paino-%	maks. 60	maks. 60	maks. 60
Toimituslämpötila	°C	25...60	25...60	25...60
Käytettäessä pohjaa *) M-1500 ja M-3000, **) M-6000, ***) M-15000				

Emulsioiden laatuvaatimuksia on sovellettava ottaen huomioon, että tuote käytetään välittömästi tai verrattain lyhyen ajan kuluttua valmistumisesta.

2.2 Tartuke

Sideaineen sekoittaminen tapahtuu kylmään tai lämmitettyyn kosteaan kiviainekseen. Aktiivisen tartunnan aikaansaamiseksi sideaineeseen on lisättävä tartuketta. Emulgaattori toimii emulsion murruttua tartukkeena, mutta yleensä emulgaattorimäärä on riittämätön hyvän tartunnan varmistamiseksi. Tästä syystä bitumipohjaan voidaan lisätä tartuketta ennen emulgointia. Sekä emulgaattori että lisätartuke ovat rasvahappoamiineja, eivät kuitenkaan välttämättä samaa tuotetta.

Riittävän tarttuvuuden aikaansaaminen riippuu kiviaineksesta. Tartukkeen kokonaismäärä riippuu kiviaineksen ominaisuuksista, bitumipohjasta sekä vallitsevista olosuhteista. Tämän vuoksi lisättävän tartukkeen enempää kuin emulgaattorinkaan määrästä ei voida antaa yleispätevää neuvoa, vaan se selvitetään laboratoriotestein ja työmaalla tehtävillä koe-massoilla. Lopullinen hienosäätö tapahtuu työmaalla vallitsevien olosuhteiden mukaisesti.

2.3 Kiviaines

2.3.1 Varsinainen kiviaines

Emulsiopäällysteissä käytettävien kiviainesten tulee täyttää murskaustyon työselityksien laatuvaatimukset. Kylmänä sekoitettaessa suositetaan käytettäväksi jaettua kiviainesta, suositeltavat fraktiot ovat 0-6/6-16...20 mm.

2.3.2 Asfaltti- ja öljysorarouhe

Asfaltti- ja öljysorarouhetta voidaan käyttää sekä emulsiosoran että pehmeän asfalttibetonin kiviaineksena vastaaville normaaleille päällystetyypeille suositelluissa liikennemäärärajoissa. Rouheeseen lisättävällä kiviaineksella täydennetään kulutuskerroksen raekooltaan yli 8 mm:n kiviainesvaatimukset täyttäväksi.

Rouhe valmistetaan joko jyrsimällä tai murskaamalla vanhaa päällystettä. Rouheen maksimiraekoon tulee olla yleensä 16 mm ja enintään 20 mm.

Liitteissä 3 ja 4 on esitetty emulsiopäällysteiden ohjeelliset koostumukset.

3 SUHTEITUS

Bitumiemulsiomassat on sideainepitoisuudeltaan ja rakeisuudeltaan tehtävä niitä koskevien ohjeiden mukaisesti. Tehtäessä emulsiopäällystettä sellaisesta kiviaineksesta, jota ei aikaisemmin ole käytetty emulsiopäällysteen valmistamiseen, massan koostumus sekä kiviaineksen ja sideaineen välinen tartunta on määritettävä ennalta laboratoriokokein.

Jotta massa sekoittuu homogeeniseksi, kiviaineksen vesipitoisuuden tulee olla vähintään 2 %. Kiviaineksen korkea vesipitoisuus aiheuttaa huokostilan ylitäyttymisen ja sideaineen pintaannousun. Tästä syystä kiviaineksen vesipitoisuus saa olla enintään 6 %, mielellään alle 5 %.

Sideainepitoisuudella tarkoitetaan emulsion murruttua päällysteeseen jäävän sideaineen määrää. Emulsiovettä ei oteta huomioon sideainepitoisuutta määritettäessä.

3.1 Emulsiosora (ES)

Emulsiosoran kiviaineksen rakeisuus on öljysoralla käytetyn kaltainen. Maksimiraekoon tulee olla enintään 18(...20) mm. Hienoainesta $< 0,074$ mm saa olla enintään 6 % ja muiden hienojen $< 0,5$ mm lajitteiden läpäisyprosentit eivät saa ylittää rakeisuusohjealueen arvoja (liite 4).

Sideainepitoisuus määritetään tilavuussuhdetietojen perusteella siten, että kiviaineksen tyhjätilan täyttöaste on noin 40 % (35...45 %).

3.2 Pehmeä emulsioasfalttibetoni (PAB)

Pehmeän emulsioasfalttibetonin kiviaineksenä käytettävän murskeen maksimiraekoko on 18...20 mm. Sideainepitoisuus määritetään tilavuussuhdetietojen perusteella siten, että kiviaineksen tyhjätilan täyttöaste on noin 45 % (40...50 %) (liite 3).

3.3 Uusioemulsiopäällysteet

Uusioemulsiopäällystettä käytetään kuten normaalia emulsiopäällystettä. Rouheena voidaan käyttää joko ÖS- tai AB-rouhetta. Uusiopäällyste voi käytettävästä rouheesta ja lisäsideaineesta riippuen vastata jäykkyydeltään ja muilta ominaisuuksiltaan joko emulsiosoraa, pehmeää emulsioasfalttibetonia tai asfalttibetonia. Sideainepitoisuuden ohjearvona käytetään vastaavan uuden emulsiopäällysteen sideainepitoisuutta.

Rouheen käytön yhteydessä tarvittava sideainelisäys määritetään asfalttinormien uusiopäällysteitä koskevien ohjeiden mukaisesti.

Uusioemulsiopäällysteiden tulee täyttää kaikki vastaavalle ilman rouhetta valmistetulle emulsiopäällysteelle asetetut laatuvaatimukset.

4 ALUSTALLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

Emulsiopäällysteiden alustan kantavuudelle, tasaisuudelle, poikkikaltevuuksille tai rakeisuudelle ei aseteta päällystystöiden työselityksistä ja laatuvaatimuksista poikkeavia vaatimuksia.

Emulsiosora on ominaisuuksiltaan öljysoran kaltaista ja varastoitavissa, joten se myös päällysteenä on helpommin korjattavissa. Suositeltavaa kuitenkin on, että epätasaisesti vuosittain routivat tienkohdat korjattaisiin. Edullisimmaksi ja helpoimmaksi on osoittautunut teräsverkon käyttö, jonka asentamisesta on ohjeet (TIEH:n sisäisiä julkaisuja 13/1991).

Pehmeän emulsioasfalttibetonipäällysteen deformaatio- tai routavaurioiden korjaaminen on rinnastettavissa asfalttibetonipäällysteiden korjaamiseen, joten kantavuuspuutteet ja epätasaista routimista omaavat tienkohdat kannattaa korjata ennen päällystämistä.

Routivissa olosuhteissa on syytä varmistua, että routa on ehtinyt sulaa tierungosta ennen alustan oikomista, tasaamista ja päällystämistä. Myöskään teräsverkkoja ei tule asentaa tierungon vielä ollessa jäätynyt.

5 MASSAN VALMISTUS

Massan valmistus emulsiopäällysteasemalla tapahtuu annos- tai jatkuvatoimisella sekoittimella.

Annosperiaatteella toimivassa prosessissa peruskoneen kiviainessiiloista vaaitaan hihnavaa'alle suhteituksen edellyttämä määrä jakamatonta tai jaettua kiviainesta. Samanaikaisesti valmistuu emulgointiyksikössä annokseen tarvittava emulsio. Hihnavaa'an lähtiessä pyörimään kulkeutuu kiviaines lokerokuljettimelle ja sitä kautta sekoitimeen, jonne myös emulgointiyksikössä valmistunut emulsioannos ruiskutetaan. Emulsio ruiskutetaan kiviainessuihkuun, jolloin kiviaines ja emulsio kohtaavat toisensa jo ennen varsinaista sekoitustapahtumaa (liite 1).

Jatkuvatoimisessa prosessissa peruskoneen kiviainessiilosta vaaitaan hihnavaaoilla tarvittavat kiviainesmäärät. Kiviaines voi olla jakamatonta tai jaettua, jolloin sideaine on mahdollista ruiskuttaa kumpaankin kiviaineslajitteeseen erikseen. Jaetun kiviaineksen käytön on jatkuvatoimisessa prosessissa todettu parantavan massan laatua (liite 2).

Emulsiomassat voidaan valmistaa kylmänä tai lämmitettynä. Massa sekoittuu parhaiten, kun massan vesipitoisuus on 2...3 %.

Taulukossa 3 on esitetty sideaineen ja massan suosituslämpötilat sekoitusvaiheessa.

Taulukko 3: Emulsiomassojen sekoitusvaiheen suosituslämpötilat.

	BE-ES 1000...3000	BE-PAB 4000...8000
Sideaineen lämpötila	60...85 °C	60...85 °C
Kylmäsekoitus	>5 °C	>5 °C
Lämpösekoitus	40...50 °C	50...85 °C

Sekoituksen jälkeen emulsiomassa on valmista kuljetettavaksi levittimelle.

Päällysteen onnistumisen kannalta emulsion murtumisajalla on keskeinen merkitys. Murtuminen alkaa jo sekoittimessa ja sen tulee jatkua vielä kuljetus- ja levitysvaiheiden ajan. Massan laatuun voidaan vaikuttaa sekoituslämpötilaa, tartukepitoisuutta, sideainepitoisuutta, emulsion ominaisuuksia sekä märkäsekoitusaikaa muuttamalla.

6 MASSAN KULJETUS JA LEVITYS

Emulsiopäällysteet eivät aseta kuljetuskalustolle erityisvaatimuksia. Kuljetus on järjestettävä siten, että sekoitettu massa toimitetaan viivytyksettä levitykseen.

Emulsiomassa levitetään asfaltinlevittimellä. Kun massa on valmistettu puhtaasta kiviaineksesta tai öljysorarouheesta ja sideaineeksi emulgoitavan bitumin viskositeetti (60 °C) on $\leq 6000 \text{ mm}^2/\text{s}$, voidaan käyttää tärypalkilla varustettua asfaltinlevitintä.

Käytettäessä vanhaa asfalttirouhetta massan valmistukseen tai sideaineeksi emulgoitavan bitumin viskositeetti (60 °C) on $> 6000 \text{ mm}^2/\text{s}$, suositellaan käytettäväksi tamppari- tai yhdistelmäpalkilla varustettua asfaltinlevitintä.

7 NÄYTETUTKIMUKSET JA LAATUVAATIMUKSET

Sideainenäytteet (bitumipohja) tutkitaan kustakin tuote-erästä.

Työmaalla emulsiota valmistettaessa siitä määritetään seulontajäännös, viskositeetti, murtuvuus hiekkaan ja bitumipitoisuus haihduttamalla.

Emulsiosoran massakuormanäytteistä määritetään sideaine- ja vesipitoisuus, kiviaineksen rakeisuus ja MYR-arvo vedenkestävyyden varmistamiseksi. Ajoinäytteistä tutkitaan sideainepitoisuus ja rakeisuus.

Pehmeän emulsioasfalttibetonin massakuormanäytteistä määritetään sideaine- ja vesipitoisuus sekä kiviaineksen rakeisuus. Ajoinäytteistä tutkitaan sideainepitoisuus ja rakeisuus.

Kiviaineksesta tutkitaan kosteus. Massan tarttuvuutta tutkitaan MYR-kokeilla ennen varsinaisen työn alkamista ja sen aikana.

Levitettyjen emulsiomassojen koostumus (sideainepitoisuus ja rakeisuus) arvostellaan ajoratanäytteiden perusteella. Laatuvaatimukset ovat Asfalttinormien kohdan 4.4. mukaiset.

Emulsiopäällysteiden massamäärän, kaltevuuden ja tasaisuuden osalta noudatetaan Asfalttinormien kohtia 5.3 ja 5.4.

8 TIIVISTYS

Tiivistystyö tulee tehdä nopeasti ja tehokkaasti, koska emulsion murtuminen on käynnissä. Tiivistystyö tehdään kulloinkin parhaiten ko. työhön soveltuvalla kalustolla.

9 JÄLKIHOITO

Mikäli olosuhteet ovat sellaiset, että sideaine pyrkii nousemaan pintaan tai päällyste pyrkii purkautumaan, on syytä varautua hiekoitukseen. Rakeisuudeltaan esim 0 - 4 mm hiekka on osoittautunut tarkoitukseen sopivaksi.

10 VARASTOINTI

Valmistettaessa emulsiosoria paikkaustarpeisiin varastoon, suositetaan käytettäväksi BE-ES 1000...1500 emulsiota.

11 ARVONMUUTOSPERUSTEET

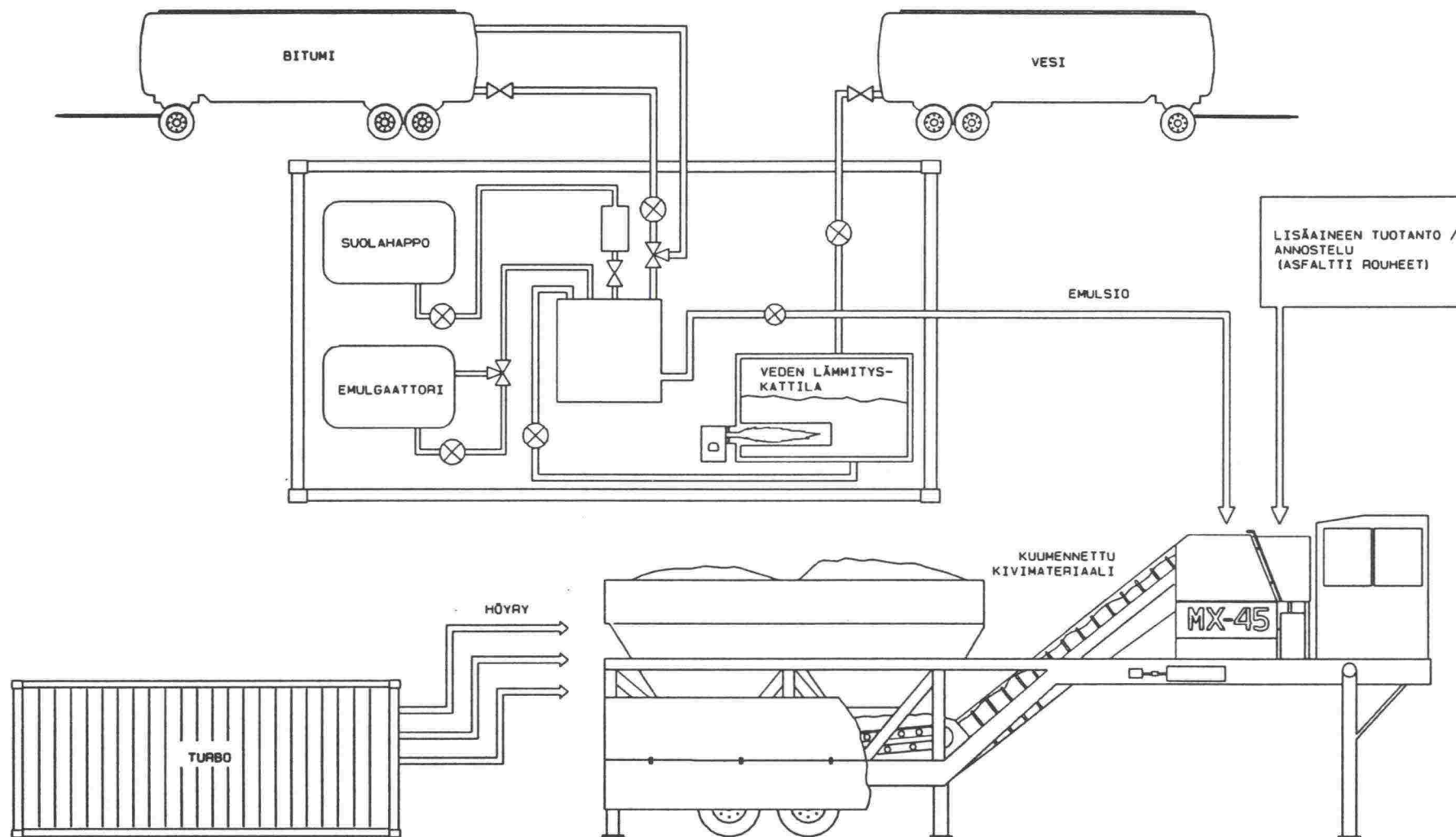
Emulsiopäällysteiden arvonmuutoksia määriteltäessä noudatetaan päällystysten yleisiä arvonmuutosperusteita.

12 LIITTEET

1. Emulsiomassan valmistus annostoimisella sekoitusasemalla
2. Emulsiomassan valmistus jatkuvatoimisella sekoitusasemalla
3. Pehmeän asfalttibetonin ohjeellinen koostumus
4. Öljy-/emulsiosoran ohjeellinen koostumus

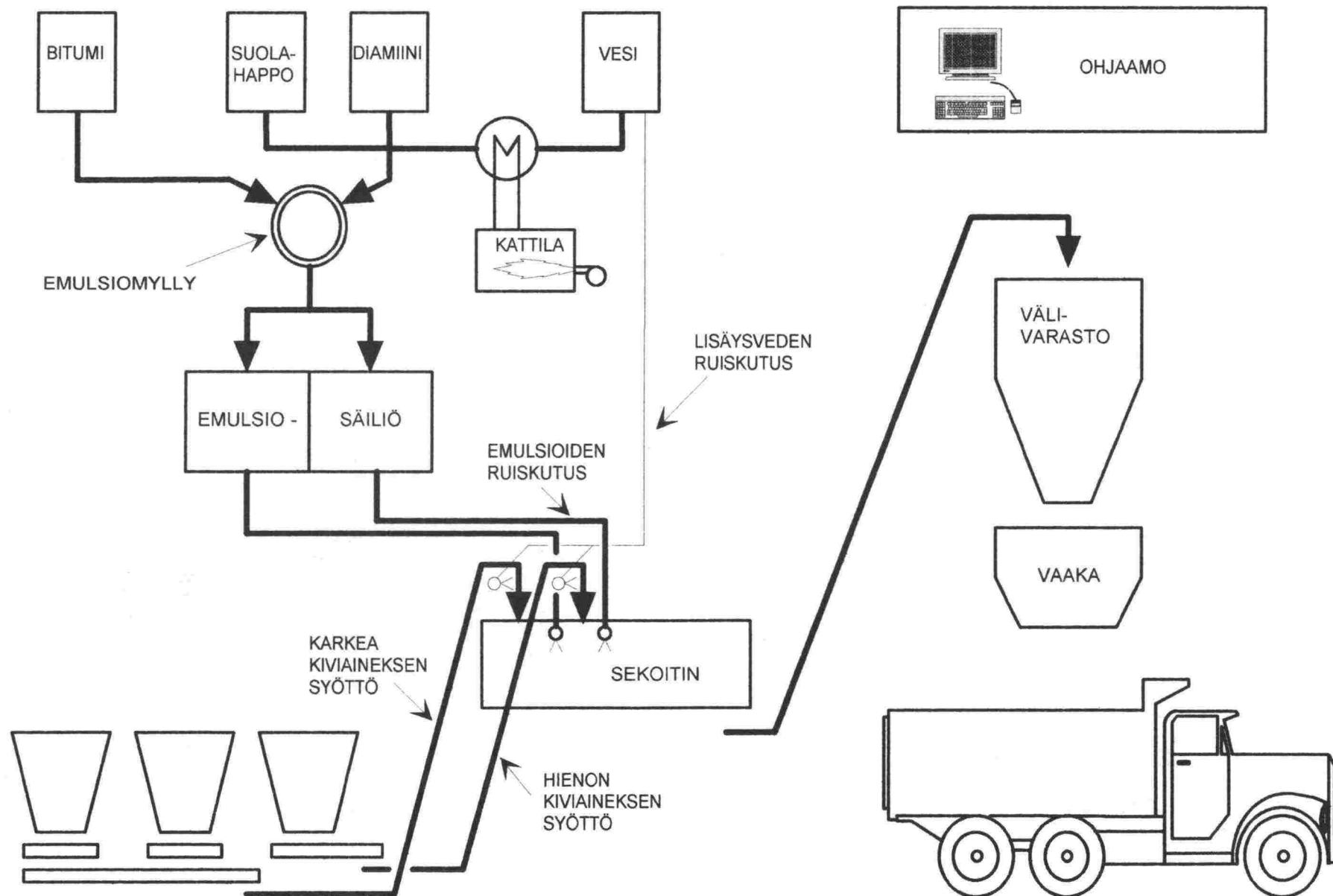
EMULSIOMASSAN VALMISTUS

Prosessikaavio annostoimisesta
valmistusmenetelmästä



PROSESSIKAAVIO

EMULSIOMASSAN VALMISTUS JATKUVASEKOITTEISELLA ASEMALLA



PEHMEÄ ASFALTTIBETONI PAB

KIVIAINES

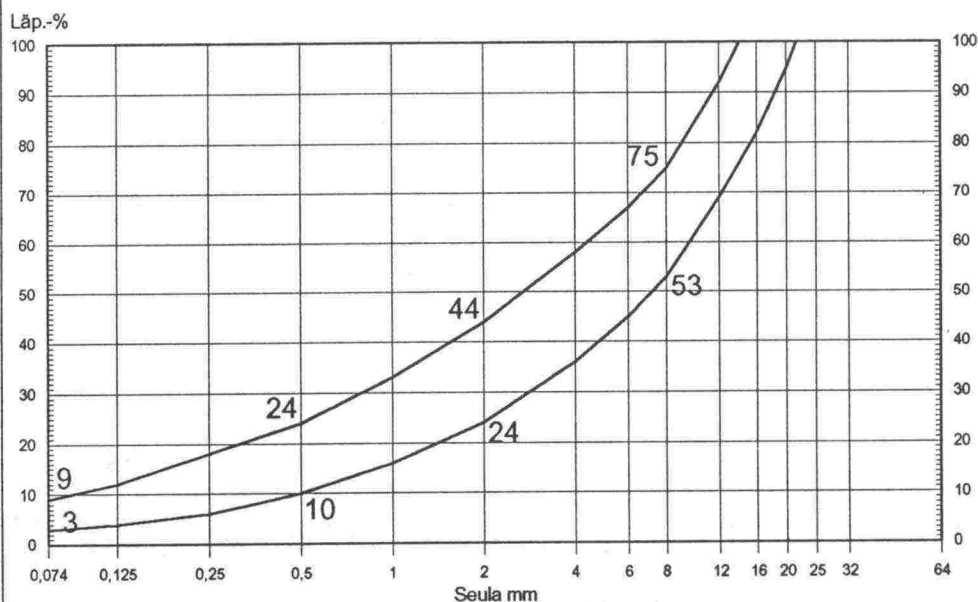
Murske	0-12, 0-16 tai 0-20 mm
Lajitteet	0-6 ja 6-16...20 mm

SIDEAINE

B-800	3,8 - 4,5 %
BE-PAB	3,8 - 4,5 % (jäävä sideaine)
B-M6000...B-M15000	3,8 - 4,5 % (jäävä sideaine)

LISÄAINE

Tartuke (tarvittaessa esim. diamiini 0,5 %)
Emulsiota käytettäessä lisätään tartuketta
bitumipohjaan tarvittaessa $\leq 0,6$ %



Massamäärä, kun levitys tehdään vakiopaksuisena

yleensä 80-100 kg/m²

ÖLJYSORA ÖS EMULSIONSORA ES

KIVIAINES

Murske
Lajitteet

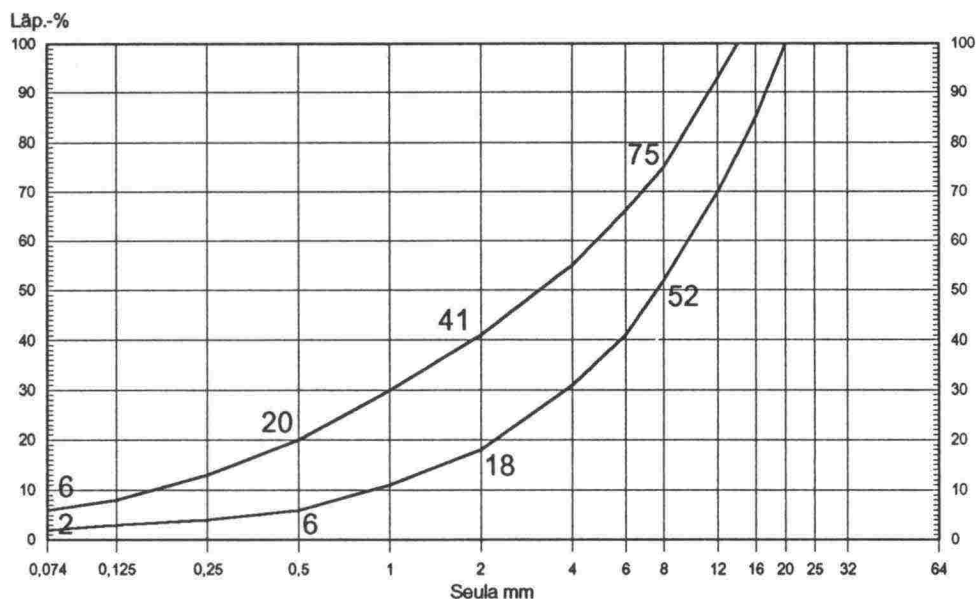
0-12, 0-16 tai 0-20 mm
0-6 ja 6-16(...20) mm

SIDEAINE

ÖS: BÖ-2	3,2 - 3,6 %
ES: BE-ES	3,2 - 3,6 % (jäävä sideaine)
B-M1500...B-M3000	3,2 - 3,6 % (jäävä sideaine)

LISÄAINE

Tartuke: ÖS: esim. mono- ja diamiinin seos 1,2 %
tai diamiini 0,8 %
Emulsiota käytettäessä lisätään tartuketta
bitumipohjaan tarvittaessa $\leq 0,8$ %



Massamäärä, kun levitys tehdään vakiopaksuisena

yleensä 70 - 100 kg/m²

5/1991	Massanvaihdon korvaaminen moreenitukiseinällä. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
6/1991	Havupuuhaake pengertäytteenä. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
13/1991	Tieverkkojen asentaminen, käytännön ohjeita. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
16/1991	Asfalttimassan suhteitus Marshal-menetelmän mukaan. Geopalvelukeskus
17/1991	Murskeen muodonmuutosominaisuudet tien rakennekerroksissa. Geopalvelukeskus
23/1991	Betonipäälysteen seuranta; Raportti suunnittelusta ja rakentamisesta. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
32/1991	Moreenin käyttö tierakenteissa. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
39/1991	Koerakenteita turve- ja selttipehmeikölle. Geokeskus, Oulun kehitysyksikkö
20/1992	Vanhojen tienrakennekerrosten uudelleen käyttö. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
26/1992	Kalliomurskeiden käyttö sitomattomissa rakennekerroksissa, esiselvitys. Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
42/1992	Pehmeikölle perustettavan tiepenkereen geotekniset laskelmat. Geopalvelukeskus
43/1992	Pehmeikölle rakennettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat. Geopalvelukeskus
44/1992	Saven varaan perustetut alikulkukäytävät. Geopalvelukeskus

32/1993	V-poikkileikkaus ja teräsverkot tierakenteissa; Tulokset V-poikkileikkauksen ja teräsverkkojen käyttökokeista tien pituussuuntaisten halkeamien ehkäisyssä. TIEL 4000043
48/1993	Geopalveluiden maksu- ja mittausperusteet; Geopalveluysiköiden tuloslaskelmat. TIEL 4000049

4/1992	Tiepenkereen holvautuminen, loppuraportti. TIEL 3100005
5/1993	Arktinen tienrakentaminen; Kilpisijärven hankkeen yhteenveto. TIEL 3100011

1/1992	Pystyjojanauhojen laatuvaatimukset; laadunvalvonta ja testausmenetelmät. TIEL 3200057
31/1992	Pohjaveden maatiivistesuojan tiivistäminen. TIEL 3200086
46/1992	Syvästabiloinnin laadunvalvontaohje. TIEL 3200099
62/1992	Hienoaineksen vaikutus stabiloidun moreenimurskeen pakka-kestävyyteen. TIEL 3200112
68/1992	Tien pohja- ja päällysrakenteet -tutkimusohjelma (TPPT), perussuunnitelma. TIEL 3200118
69/1992	Rakennettujen ja perusparannettujen teiden tasaisuus. TIEL 3200119
78/1992	PTM-auton tuottamien tunnuslukujen käyttökelpoisuus ja vertailtavuus sekä niiden yhteys Laser-mittauksiin (IRI, IRI4, PI/Laser). TIEL 3200134

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1993 Arktinen tienrakentaminen. TIEL 3200121
- 8/1993 Sitomattoman kantavan kerroksen rakentaminen. TIEL 3200135
- 15/1993 Masuunikuonan käyttö sitomattomissa päällysrakennekerroksissa. TIEL 3200142
- 16/1993 Betonipäällysteen seuranta; Vt 4 Kempele-Kiviniemi, seurantaraportti nro 1. TIEL 3200144
- 19/1993 Teiden kuntoa ja palvelutasoa koskeva seurantatutkimus. TIEL 3200145
- 20/1993 Moreeni ja sen käyttö. TIEL 3200146
- 26/1993 Bentoniittimattojen ja muovikavojen kelpoisuus pohjaveden suojaukseen, tutkimuksia ja suosituksia. TIEL 3200152
- 34/1993 Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen, esitutkimus. TIEL 3200159
- 36/1993 Palaturpeen käyttö lämmöneristeenä, raportti koerakenteiden rakentamisesta. TIEL 3200161
- 38/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Kirjallisuusselvitys. TIEL 3200163
- 39/1993 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet; Esiselvitysvaiheen kuormituskokeet. TIEL 3200164
- 40/1993 Teiden tasaisuusmittareiden vertailu; PTM:n, Roadmanin ja Dipstickin laitevertailu sekä epätasaisuuksien vaikutus tierasitukseen. TIEL 3200165
- 41/1993 Stabiloidun materiaalin maksimiraekoon sekä koekappaleen koon ja muodon vaikutus puristuslujuuteen. TIEL 3200166
- 47/1993 Väsymissuorat tierakenteen mitoitusta varten. TIEL 3200172
- 59/1993 Valtatien 3 routamitoitus routanousun mukaan välillä Riihimäki P - Virala. TIEL 3200184
- 60/1993 Jännitys- ja muodonmuutosmittaukset tierakenteessa 1991-1992; Pohjaveden pinnan vaikutus, tienpinnan taipumamittaus eri lämpötiloissa, vertailu standardi paripyörä - Neste Oy:n kantavuusradan pyörä. TIEL 3200185
- 68/1993 Kuitukankaat tienrakennuksessa; Uudistetun VTT-GEO luokituksen mukaiset laatuvaatimukset. TIEL 3200193
- 71/1993 Nonwoven Geotextiles in Road Constructions. TIEL 3200193E
- 76/1993 Rakennettujen ja perusparannettujen teiden tasaisuus 1992-1993. TIEL 3200200
- 77/1993 Moreenin jalostaminen. TIEL 3200201
- 2/1993 *Geotekniikan informaatiojulkaisuja:*
Massanvaihto. TIEL 3200127
- 21/1993 Pengerpaalutus. TIEL 3200147
- 23/1993 Pohjanvahvistusmenetelmän valinta. TIEL 3200149
- 24/1993 Tiegeotekniikan yleiset mitoituserusteet. TIEL 3200150

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-8762-5
TIEL 3200206